

PERANCANGAN DIMMER LAMPU FLUORESCENT DENGAN SAKLAR PEMULIH ENERGI MAGNETIK

Margono¹, F. Danang Wijaya², Bambang Sutopo³

¹Mahasiswa S2, ²Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro & Teknik Informatika Universitas Gajah Mada Yogyakarta, ³Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro & Teknik Informatika Universitas Gajah Mada Yogyakarta

*Jl. Grafika No.2 Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada
Yogyakarta Indonesia
margono.27@gmail.com*

ABSTRAK

Electrical energy saving on the fluorescent lamp can be done by adjusting the lamp voltage, so that emitted light as needed. The objective of this research is to find out the characteristic of MERS as a dimmer of fluorescent lamp and can set the energy that it used by the lamp. The method that was done was designed the dimmer of fluorescent lamp with magnetic energy recovery switch. MERS application as a dimmer that firstly was done the simulation with PSIM software. The result of simulation as a reference was made a prototype and was tested the feasibility. Worthy and unworthy criteria of MERS device can be determined they are the large of capacitance is smaller than the capacitance resonance, the maximum voltage is twice the capacitor voltage sources and have low harmonic impact. The result of MERS application as a dimmer of fluorescent lamp can improve the power factor reaches 0,882, its harmonic impact THDI = 47,8 %, THDV = 2,95 % and as achieving 73 % energy savings based on the usage.

Kata kunci : Perancangan saklar pemulih energi magnetik, penghematan energy

A. PENDAHULUAN

A.1.Latar Belakang

Lampu *fluorescent* banyak digunakan untuk rumah tangga, perkantoran dan industri. Dalam dunia industri sekitar 15 persen dari total energi listrik yang dikonsumsi diperuntukan pencahayaan, tercatat sekitar 80 persennya untuk lampu *fluorescent* [3].

Lampu *fluorescent* (lampu tabung) yang terbuat dari kaca didalamnya berisi gas dan kedua ujungnya terdapat filamen elektroda. Lampu ini secara alami memiliki nilai induktivitas cukup besar, sebab untuk menyalakan lampu ini dibutuhkan *ballast* elektromagnetik konvensional yang mengakibatkan menurunnya faktor daya.

Menurunnya faktor daya merupakan tidak maksimal pemanfaatan daya listrik, meskipun demikian lampu jenis ini banyak dimanfaatkan sebagai penerangan baik rumah tangga, perkantoran maupun industri. Karena cahayanya tidak berbahaya, nyaman dimata dan umurnya relatif panjang. Kenyataan tertuang di atas menjadikan latar belakang dilakukannya penelitian tentang penyalakan lampu neon dengan injeksi daya reaktif pada lampu.

A.2.Landasan Teori

Kualitas sumber tenaga listrik AC yang ideal di Indonesia adalah membentuk gelombang sinus, antara tegangan dengan arus tidak ada beda sudut dan memiliki frekuensi fundamentalnya 50Hz. Hal ini dapat dipertahankan dengan membuat perangkat pelayanan beban yang dapat menginjeksi daya reaktif dan memiliki dampak harmonik rendah.

A.2.1. Faktor daya.

Perubahan sudut antara tegangan dan arus dapat terjadi karena perubahan impedans dalam rangkaian beban. Bila rangkaian beban listrik memiliki impedans resistif R , reaktans induktif x_L dan kapasitif x_C diberikan sumber tegangan $V = V_m \angle 0^\circ$ akan mengalir arus beban I sebagai berikut :

- a. jika elemen terhubung seri maka impedans ;

$$\begin{aligned} \mathbf{Z} &= Z_{total} \angle \theta \\ Z_{total} &= \dots, \quad \theta = \pm \tan^{-1} \dots \\ I &= \dots \angle \pm \theta \end{aligned} \quad (1)$$

- b. jika elemen terhubung parallel maka admitans ;

$$\begin{aligned} \mathbf{Y} &= \dots = Y_{total} \angle \theta. \\ Y_{total} &= Y_R + Y_L + Y_C. \\ I &= \dots \angle \pm \theta \end{aligned} \quad (2)$$

faktor daya ($\cos \theta$) adalah rasio antara daya aktif dengan daya semu. Apabila factor daya rendah, maka penggunaan daya disisi beban tidak maksimal. Hal ini dapat diperbaiki dengan cara injeksi daya reaktif.

A.2.2. Total distorsi harmonik

Harmonik atau harmonisa merupakan suatu kejadian yang timbul akibat pelayanan beban yang dinamis menggunakan pensaklaran. Rumus untuk gelombang kontinyu yang digunakan untuk mencari nilai *Root Mean Square* (RMS) beban yang mengandung harmonik dedefinisikan sebagai berikut:

$$I_{RMS} = \quad (3)$$

$$V_{RMS} = \quad (4)$$

Individual Harmonic Distortion (IHD) adalah rasio antara nilai rms dari harmonik individual terhadap nilai rms dari fundamental.

$$IHD_n = \quad (5)$$

$$IHD_n = \quad (6)$$

Jadi *Total Harmonic Distortion (THD)* adalah menunjukkan angka prosentase dari rasio sigma nilai *root mean square* dari komponen harmonik dengan nilai *root mean square* fundamentalnya.

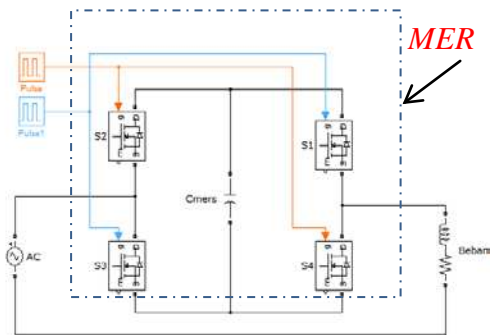
$$TDH_i = \quad (7)$$

$$TDH_v = \quad (8)$$

I_F dan V_F adalah nilai *RMS* fundamentalnya.

A.2.3. *Pengertian saklar pemulih energi magnetik.*

Saklar pemulih energi magnetik berasal dari alih bahasa *Magnetic Energy Recovery Swicth* disingkat *MERS*. Sesuai nama dan prinsip fungsi saklar pemulih energi magnetik adalah serap secara dinamis dan memancarkan kembali energi magnetik untuk beban-beban induktif.



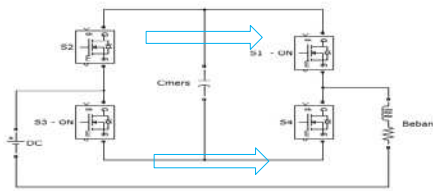
Gambar 1. Tata letak perangkat MERS.

Dasar tata letak dan penempatan perangkat saklar pemulih energi magnetik seperti *full-bridge converter*, terdiri dari sebuah kapasitor dihubungkan ke empat pasang dioda-transistor.

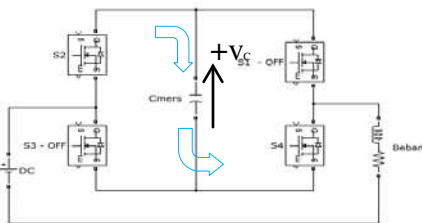
A.2.4. Prinsip kerja MERS

Prinsip kerja MERS dikendalikan oleh transistor sebagai saklar berpasangan, terdiri dari dua saklar letaknya berlawanan diagonal satu sama lainnya, dengan satu pasang diaktifkan dan yang lain tidak diaktifkan dalam setiap periode listrik. Ketika *mosfet on*, *drain* lebih positif dari *source* maka arus akan mengalir melewati transistor. Akan tetapi jika *mosfet off*, *drain* lebih negatif dari *source* maka arus mengalir melalui dioda.

Gambar 2a menunjukkan ketika kapasitor C_{mers} tidak sedang bermuatan arus mengalir parallel melalui dioda 2 transistor 1 dan melalui transistor 3 diode 4. Kemudian mosfet S_1 & S_3 diubah dari *on* ke kondisi *off* maka kapasitor menyerap (pengisian C_{mers}) energi magnetik melalui diode 2 ke diode 4 lihat gambar 2b.



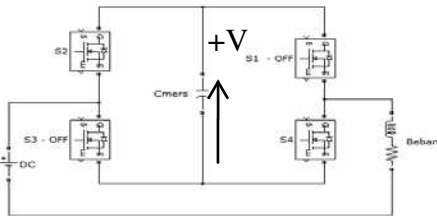
(a) Kondisi C tidak bermuatan $S_{1,3}on$



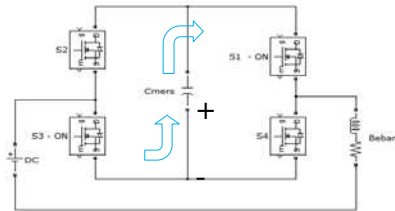
(b). Kondisi perubahan $S_{1,3}on$ ke $S_{2,4}off$.

Gambar 2. Tahapan pengisian energi magnetik pada C_{mers} .

Gambar 3 dibawah ini memperlihatkan ketika C_{mers} bermuatan maksimum saat $S_1 \& S_3$ off kemudian diubah menjadi on terjadi proses pengosongan kapasitor C_{mers} .



(a). Kondisi pengisian maksimum dari gbr.2b di atas



- (b). Kondisi pengisian maksimum dari gbr.3a di atas $S_{1,3}$ off diubah ke $S_{2,4}$ menjadi on.

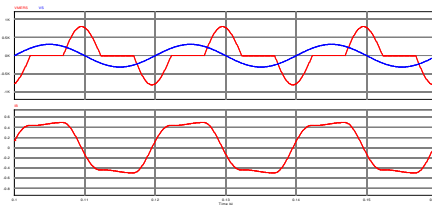
Gambar 3. Tahapan pengosongan energi magnetik pada C_{mers} ke beban

A.2.5. Operasi saklar pemulih energi magnetik.

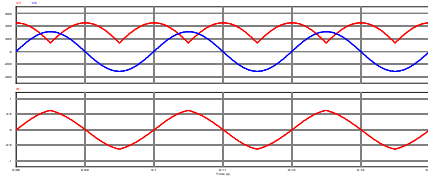
Ada tiga model operasi saklar pemulih energi magnetik.

1. Model not continous.

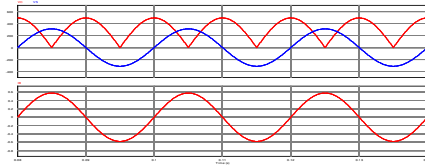
Operasional *model not continous*, waktu pengisian dan pengosongan tegangan kapasitor *MERS* sangat pendek dibandingkan dengan waktu yang diperlukan perubahan pensaklaran dalam satu periode listrik. model ini terjadi saat rasio reaktans *MERS* dengan reaktans induktif beban lebih besar satu ($X_C/X_L > 1$).



- (a). Gelombang tegangan C_{mers} , V_{mers} not continous.



(b). Gelombang tegangan C_{mers} , V_{mers} *dc-offset*.



(c). Gelombang tegangan C_{mers} , V_{mers} *balance*.

Gambar 4. Gelombang tegangan dalam operasi *MERS*.

2. Model *dc-offset*.

Model *dc-offset* ini terbentuk ketika rasio reaktans *MERS* dengan reaktans induktif bebannya lebih kecil dari satu ($X_C/X_L > 1$). Operasional ini tidak terjadi waktu pengosongan secara penuh pada kapasitor *MERS* dalam satu periode pensaklaran.

3. Model *balance*.

Operasional model *balance* terjadi saat frekuensi resonansi sama dengan frekuensi grid. Kondisi *balance* rasio reaktans adalah $X_C/X_L=1$. Tegangan *MERS* menjadi sinus, alhasil arus dan tegangan terminal beban juga sinus.

A.2.6. Kontrol faktor daya.

Gambar 5 di bawah ini menunjukkan ketika tegangan kapasitor mencapai puncak, arus beban yang mengalir melaluinya menjadi nol. Hal ini mengisyaratkan bahwa jika tegangan puncak kapasitor terhubung seri dapat

dikendalikan, maka beda sudut arus terhadap sumber tegangan ini diartikan juga dapat dikendalikan. Dalam *MERS*, sudut penyulutan transistor-transistor mengontrol pengisian kapasitor. Hubungan antara sudut pemicu, sudut faktor daya beban dan derajat listrik yang diperlukan tegangan kapasitor mencapai puncak [11] adalah sebagai berikut:

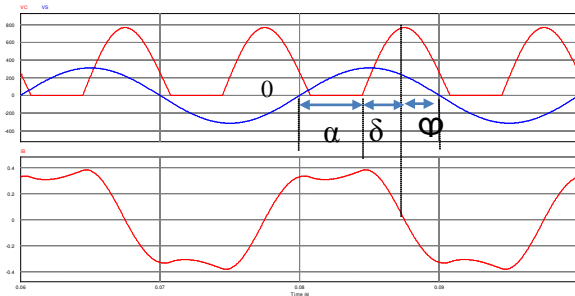
$$\varphi = 180^\circ - \alpha - \delta \quad (9)$$

dengan :

φ : beda sudut arus beban dengan tegangan sumber (sudut factor daya).

α : sudut pemicu *mosfet*.

δ : waktu pengisian kapasitor maksimum.



Gambar 5. Hubungan sudut penyulutan dengan sudut faktor daya saat model *not continuous*.

Menghitung sudut penyalan yang sesuai, tergantung pada frekuensi resonansi dari induktans total beban dan kapasitor *MERS*. besarnya frekuensi resonansi adalah :

$$f_r = \quad (10)$$

dan periode resonansi :

$$T_r = 1/f_r \quad (11)$$

Persamaan hubungan antara sudut penyulutan α dengan frekuensi sumber pada beban induktif total diberikan oleh:

$$\begin{aligned}\alpha &= [2 - f_s / (f_{res})] 90^\circ = [2 - 2\pi f_s \sqrt{(L_{total} \cdot C_{mers})}] 90^\circ \\ &= [1 - \pi f_s \sqrt{(L_{total} \cdot C_{mers})}] 180^\circ\end{aligned}\quad (12)$$

Persamaan (12) berlaku selama frekuensi:

$$f_s \leq f_r \quad (13)$$

A.2.7. Kontrol tegangan beban.

Mengatur δ berarti mengatur faktor daya masukan sekaligus mengontrol phase tegangan V_{mers} [10]. Diagram phasor dari tegangan dan arus berturut-turut adalah V_s , V_{mers} , V_b , I_s , dari v_s , v_{mers} , v_b dan i_s . α adalah perbedaan sudut antara V_s dan V_{mers} , sedangkan ϕ_l adalah beda sudut antara tegangan beban dengan arus yang disebut faktor daya beban. Dalam kondisi *steady state*, dan *MERS* tidak sedang mengkonsumsi daya aktif, sedangkan tegangan V_{mers} dan arus I_s memiliki beda sudut selalu sebesar 90° maka tegangan terminal beban dan faktor daya input dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$|V_b| = |V_s| \sin \alpha \cdot / \cos \phi_l \quad (14)$$

$$pf = \cos (\alpha - 90^\circ) \quad (15)$$

dengan ϕ_l merupakan beda sudut arus dengan tegangan terminal beban V_b .

Jika $\alpha = (90^\circ - \phi_l)$, maka :

$$|V_b| = |V_s|, \text{ dan } pf = \cos \phi_l \quad (16)$$

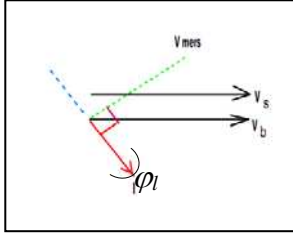
Persamaan (16) memperlihatkan gambar 6a, ini berarti *MERS* tidak sedang diinjeksi tegangan listrik. Gambar 6b menunjukan tegangan *MERS* dan faktor daya saat ditingkatkan.

Bila $\alpha = 90^\circ$, maka faktor daya masukan menjadi satu,

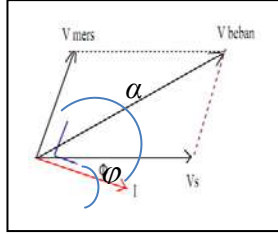
terlihat pada gambar 6c persamaannya menjadi :

$$|V_b| = |V_s| / \cos \varphi_l \quad (17)$$

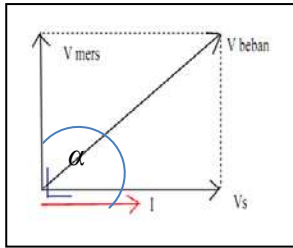
Ketika $\alpha = (90 + \varphi_l)$, maka tegangan beban menjadi sama dengan tegangan input dan faktor daya mendahului, seperti ditunjukkan pada gambar 6d.



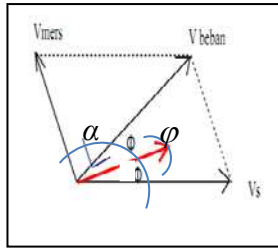
(a) $V_{mers} = 0$ dan $V_s = V_b$



(b) Saat pf_{in} ditingkatkan



(c) Saat $pf_{in} = 1$.

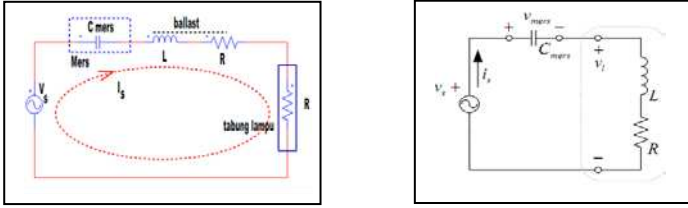


(d) Saat pf_{in} leading

Gambar 6. Diagram fasor tegangan dan arus tahap operasi *MERS*.

A.2.8. Besar kapasitor C_{mers} optimum.

Perangkat *MERS* saat terhubung dengan beban induktif, besar C_{mers} dapat dihitung menggunakan rangkaian ekuivalen pada gambar 7 di bawah ini:



(a) MERS terhubung lampu (b) rangkaian ekivalennya

Gambar 7. Rangkaian ekivalen perangkat MERS terhubung lampu fluorescent saat balance.

Bila tegangan sumber V_s , arus sumber dan arus beban adalah I_s , dan impedans bebanya adalah R dan $X_L = 2\pi f_s L$, maka dapat dirumuskan faktor daya masukan adalah

$$pf = \cos(\alpha - \phi_l) \quad (15)$$

Daya reaktif adalah sebagai berikut:

$$Q = (X_L - X_{mers}) \cdot I_s^2 \quad (16)$$

$$= \quad (17)$$

Daya aktif adalah :

$$P = R \cdot I_s^2 = V_s \cdot I_s \quad (18)$$

dari kombinasi ketiga persamaan (16), (17), (18) didapat:

$$X_L - X_{mers} = R \quad (19)$$

sehingga;

$$X_{mers} = X_L - R \quad (20)$$

Jadi besar kapasitor optimum saat $V_l > V_s$ adalah:

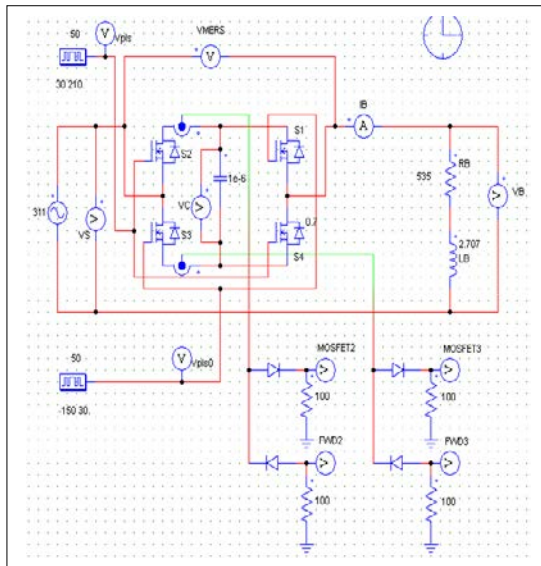
$$= \quad (21)$$

dengan f_s = frekuensi sumber.

C. METODOLOGI PENELITIAN

C.1. Rangkaian simulasi.

Gambar 8 adalah bentuk rangkaian simulasi perangkat *MERS* menggunakan *soft ware PSIM* dilengkapi dengan sudut picu.



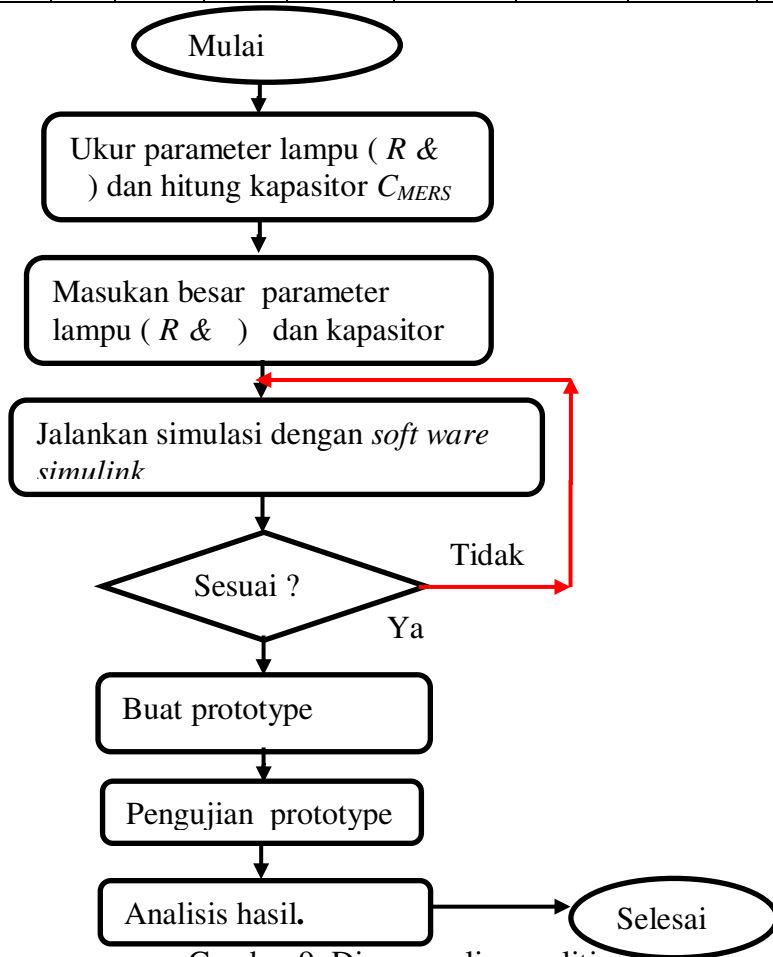
Gambar 8. Rangkaian simulasi perangkat *MERS* .

C.2. Penentuan parameter lampu

Resistans dan induktans ballast diukur pada kondisi tidak bertegangan menggunakan RLC meter. Nilai resistans tabung lampu dapat diketahui dengan melakukan perhitungan sesuai hukum Ohm, dengan cara pengukuran tegangan pada titik kedua ujung tabung lampu, hasilnya didapat sebesar 69,3 volt dan arus kerja saat lampu diberi tegangan sumber RMS 226,1 Volt adalah 229,3 mA. Hasil perhitungan dan pengukuran lampu dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Parameter lampu *fluorescent*.

Pengukuran obyek penelitian (lampu <i>fluorescent</i>)								
Rating beban (lampu <i>fluorescent</i>)					Pengukuran ballast			
Volt	Hz	Watt	pf	Volt	L (Henry)	R _{bls} (Ohm)	L (Henry)	R _{tb} (Ohm)
220	50	20	0.53	0.35	2.707	253	-	302



Gambar 9. Diagram alir penelitian.

D. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

D.1.Simulasi.

Nilai optimum didefinisikan saat arus membentuk sinus murni, dari hasil perhitungan nilai kapasitans resonans adalah sebesar *3,47 micro farad*. Untuk menghindari besar tegangan dan arus yang dapat merusak beban maka C_{MERS} harus diambil lebih kecil dari nilai kapasitans resonans.

Parameter obyek yang diteliti tertuang pada table 1 di atas, dengan sebuah kapasitor dibawah *5 micro farad* (bervariasi $1\ \mu F$; $2,2\ \mu F$; dan $4,7\ \mu F$ sebagai kapasitor *MERS*) dilakukan simulasi menggunakan *soft ware PSIM*

Tujuan simulasi adalah untuk mendapatkan besar kapasitor yang sesuai sebagai media injeksi tegangan pada perangkat *MERS*, selain itu dengan simulasi ini dapat juga memberikan nilai pendekatan batas tegangan maksimum pada sebuah kapasitor.

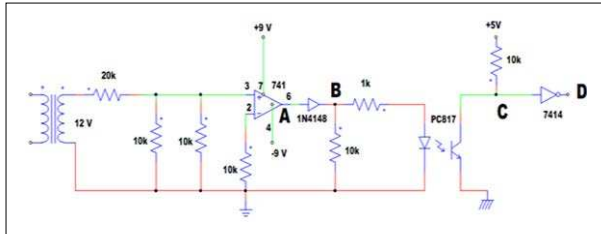
Hasil simulasi pada $C = 1\ \mu F$ adalah kapasitor yang sesuai untuk dipasang perangkat *MERS*.

D.2. Perancangan prototype.

Membuat *prototype* dapat dibagi tiga bagian utama, yaitu rangkaian deteksi persilangan nol, rangkaian kontrol dan rangkaian *MERS*.

1. Rangkaian deteksi persilangan nol.

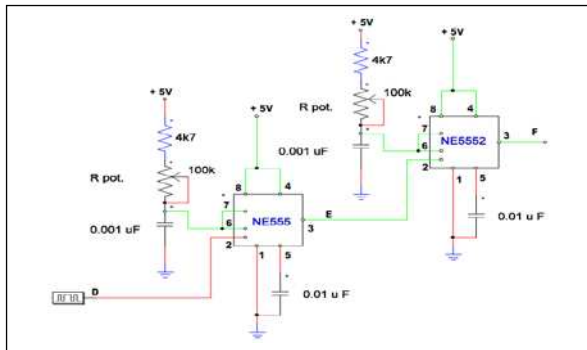
Rangkaian deteksi persilangan nol berfungsi untuk mengetahui waktu terjadinya persilangan nol gelombang tegangan sumber, hasil deteksi tersebut digunakan sebagai referensi untuk menentukan posisi setiap titik dalam satu siklus gelombang tegangan.



Gambar 10. Rangkaian deteksi persilangan nol.

Hasil akhir dari rangkaian deteksi persilangan nol menggunakan *schmitt trigger IC 7414*, ini dipakai untuk mengembalikan periode *signal* di titik *D* menjadi sama di titik *B*, kemudian keluaran (di titik *D*) dari *IC 7414* ini dimanfaatkan sebagai pemicu rangkaian kontrol

2. Rangkaian kontrol:



Gambar 11. Rangkaian kontrol *MERS*.

Rangkaian kontrol dapat dibangun memanfaatkan *IC 555* yang dirangkai sebagai *multivibrator monostabil* atau disebut juga *one-shot* lihat gambar 11 di atas.

Waktu keadaan tinggi ditentukan dengan persamaan :

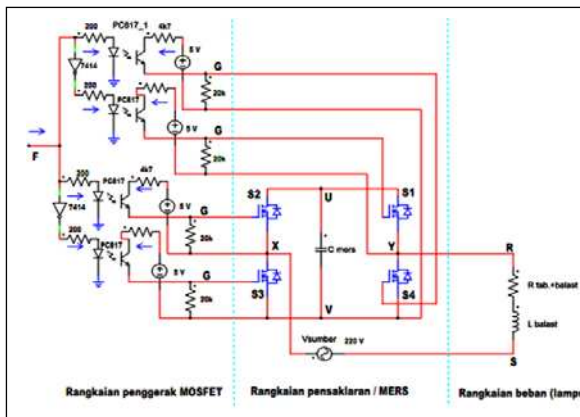
$$TH = 1,1 R C \text{ (detik)} \quad (22)$$

Jika T adalah periode *signal* pemicu, maka daur kerja D keluaran dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$D = TH / T \text{ (\%)} \quad (23)$$

Keperluan *prototype*, diatur keluaran di titik F dari IC 555 sebelah kanan (dibuat *fix*, $TH = 10$ mili detik, $D=50$ %), kemudian bagian sebelah kiri sebagai pendorong agar *signal* dapat bergeser sesuai perubahan potensio 100k.

3. Rangkaian MERS.



Gambar 12. Rangkaian *MERS* dengan penggeraknya.

D.3.Data penelitian

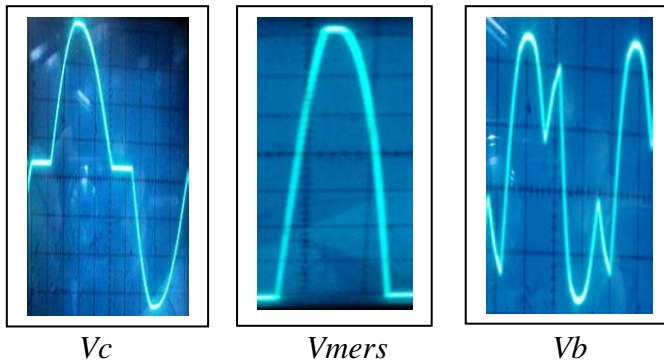
Data yang diperoleh dari hasil aplikasi *prototype* perancangan dimmer lampu *fluorescent* dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Data hasil dari implementasi operasional perangkat *MERS* sebagai dimmer lampu *fluorescent*.

α .	$C = 1 \mu F; \quad L = 2.707 H; \quad R = 5350 \Omega.$								
	V_c (rms) Volt	V_{beban} (rms) Volt	I mA THD.	P_{in}				LUX	keterangan
				W VAR	VA	V_S THD	$Cos \varphi$		
-	-	-	229 8.56%	25.53 40.55	47.68	216.9 2.55%	0.533 lagging	950	Tanpa MERS/lampu nyala.
20°	300	157	36.6 8.97%	7.413 21.55	22.7	217.22 2.66%	0.882 leading	150	Lampu menyala Mode Not continous
30°	335	158	64.31 7.257%	10.03 24	26.03	216.9 2.65%	0.864 leading	275	
40°	375	202	102..5 8.95%	13.86 27.5	30.79	216.5 2.81%	0.861 leading	415	
50°	412	212	119.6 57.1%	19.21 32.9	38.09	216.1 2.85%	0.734 leading	900	
60°	458	239	160.2 47.8%	26.57 36	44.74	216.9 2.95%	0.617 leading	1000	

D.4.Hasil experiment.

Gambar 13 merupakan hasil experiment lampu 20W 220 V; 50 Hz pada sudut picu 30° dengan $C_{MERS} = 1 \mu F$.

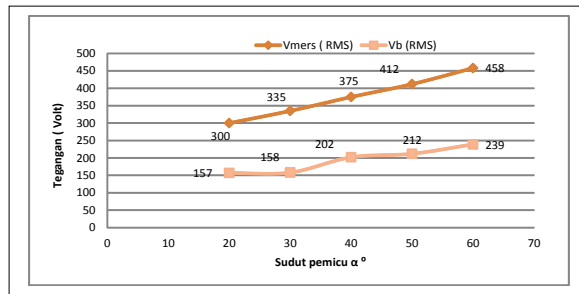


Gambar 13. Hasil experiment tegangan V_c , V_{mers} & V_b .

D.5. Analisis.

1. Pengaruh sudut pemicu α terhadap V_{mers} dan V_b .

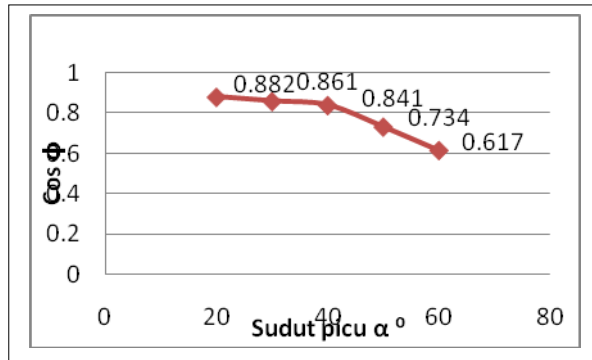
Berdasarkan gambar 13 di bawah ini menunjukkan perangkat *MERS* berfungsi sebagai pengaturan tegangan pada lampu akibat pengaturan injeksi tegangan pada kapasitor. Hasil dari implementasi operasional perangkat *MERS* dengan sudut pensaklaran dari 20^0 sampai 60^0 , terjadi perubahan besar tegangan maksimum V_{MERS} dari 300 sampai 458 Volt yang diinjeksikan pada kapasitor $1\mu F$. Mengakibatkan; tegangan terminal lampu berubah dari 157 Volt sampai 239 Volt.



Gambar 14. Karakteristik V_{MERS} dan V_b (lampu) terhadap sudut pemicu α pada $C_{MERS} = 1\mu F$.

2. Pengaruh sudut pemicu terhadap factor daya input.

Operasional lampu *fluorescent* dengan kontrol *MERS* menunjukkan terjadinya suntikan daya reaktif yang melebihi optimum dari daya induktif lampu, karena operasional kontrol *MERS* ini menjadikan faktor daya *leading* yang besarnya dari $\cos \varphi = 0,617$ s/d $0,882$.

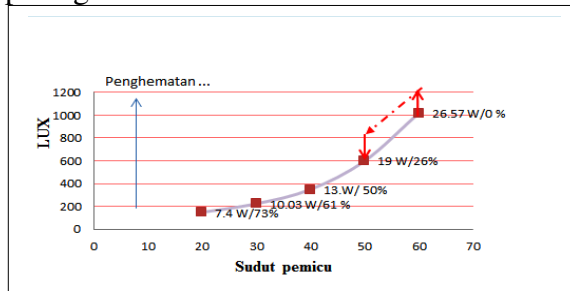


Gambar 15. Karakteristik factor daya input lampu terhadap sudut pemicu α pada $C_{MERS}=1\mu F$.

3. Pengaruh sudut pemicu terhadap daya dan intensitas Cahaya.

Daya aktif hasil dari tegangan yang diinjeksikan ke kapasitor *MERS* mengakibatkan daya (watt) mengikuti perubahan arus, Daya watt yang diserap untuk menyalakan lampu yang menghasilkan intensitas cahaya adalah sebesar dari 7,413 s/d. 26,57 watt

Fenomena yang terjadi ketika $\alpha = 60^\circ$ dengan daya sebesar 26,57 watt, lumen yang dipancarkan oleh tabung lampu meningkat terus 1020 lux dan jatuh kembali 600 lux dapat dilihat pada gambar 16 di bawah ini.



Gambar 16. Perubahan daya & lumen terhadap sudut pemicu α pada $C_{MERS}=1\mu F$.

E. KESIMPULAN

- 1) Perubahan sudut pemicu mengakibatkan berubahnya power faktor lampu *fluorescent* dari 0,617 s/d 0,882, ini mempunyai pengertian bahwa VAR kapasitif yang mampu diserap oleh kapasitor $C = 1 \mu F$ yang diinjeksikan dan dipancarkan kembali ke lampu dari 21,55 s/d. 36.
- 2) Perubahan sudut pemicu menjadikan perubahan tegangan lampu yang membuat perubahan intensitas cahaya lampu dari 150 s/d 600 lux, kejadian tersebut menunjukkan kemampuan maksimum $C = 1 \mu F$ memberikan perubahan besar arus dari 36,6 s/d. 160,2 mA yang melalui tabung lampu.
- 3) Perubahan sudut pemicu berpengaruh terhadap besarnya *total harmonic distortion (THD)* sebesar 8,56% s/d. 47,8 % untuk arus, sedang untuk tegangan adalah dari 2,66 s/d 2,95 %, yang berarti terjadinya perubahan frekuensi yang lebih besar dari frekuensi sumber baik itu arus maupun tegangan.
- 4) Perangkat MERS sebagai dimmer lampu *fluorescent* dapat melakukan penghematan daya listrik mencapai 73 %, tergantung kebutuhan.
- 5) Tegangan, arus dan daya maksimum guna perancangan dimmer lampu ini masing-masing adalah 458 V , 160,2 mA, 40 VAR kapasitif.

DAFTAR PUSTAKA

- Celma Guide for the application of Directive 2000/55/EC on energy efficiency Requirements for ballast for fluorescent lighting, Issue 3.1, July 2007.
- Cheng, Moo “*Perbaikan faktor daya ballast elektronik metode gabungan DC Buck Boost Chopper dengan inverter*”, 2001.
- Coaton, Marsden J. R. A. M, “*Lamps and Lighting*”, Arnold, London, 1997.
- Wiik J. A, Isobe T, Takaku T, Wijaya F. D, Usuki K, Arai N, Shimada R., “*Feasible series compensation applications using Magnetic Energy Recovery Switch (MERS)*”, 2007 European Conference on Power Electronics and Applications, pp. 1-9, 2007.
- Jun Narushima, Kouta Inoue, Taku Takaku, Takanori Isobe, Tadayuki Kitahara, Ryuichi Shimada, “*Application of Magnetic Energy Recovery Switch for Power Factor Correction*”, IPEC-Niigata, Japan April 4-8, 2005.
- Wiik, J. A, Wijaya F. D, Shimada R., “*An Innovative Series Connected Power Flow Controller, Magnetic Energy Recovery Switch (MERS)*”, Power
- Isobe T, Takaku T, Munakata H, Tsutsui, Tsuji-Ilo S, Shimada R, “*Voltage Rating Reduction of Magnet Power Supplies Using a Magnetic Energy Recovery Switch*”, IEEE Transactions on Applied Superconductivity Vol. 16, Issue 2, pp. 1646-1649, 2006.
- Isobe T, Wiik J. A, Kitahara T, Kato S, Inoue K. “*Control of series compensated induction motor using magnetic energy recovery switch*”, 2007. European Conference on Power Electronics and Applications, pp. . 1-10, 2007.

- Takaku T, Homma G, Isobe T, Igarashi S, Uchida Y, Shimada R, *"Improved wind power conversion system using magnetic energy recovery switch MERS"* Conference Record of the 2005 Fourtieth IAS Annual Meeting, Vol. 3, pp. 2007-2012, 2005.
- Isobe T, Wiik J. A, Wijaya F. D, Inoue K, Uzuki K, *"Improved Performance of Induction Motor Using Magnetic Energy Recovery Switch"*, Power Conversion Conference - Nagoya, 2007, pp. 919-924, 2007.
- Olav J. Fønstelien, *"Magnetic Energy Recovery Switch (MERS) Implemented as Light Dimmer"*, Project Work (TET4520), 2008.
- Perdigao M., Saraiva E. S., *"Matlab Simulink implementation of the MaderHorn fluorescentlamp model: permiable range of the resistive lamp model"* IEEE International Conference on Industrial Technology, Vol. 1, pp. 492497, 2004.

PENGARUH METODE PEMBELAJARAN PROBLEM SOLVING TERHADAP HASIL BELAJAR

Oleh: Usman Effendi

Staf pada laboratorium IPS SMK PPPPTK PKn dan IPS Malang

ABSTRAK

School lessons basicly social knowledge reputed boring because teachers extend lessons with speech methode refers text of the books is used, because of that, this problem is need to solution so that this lesson can be plesured by students. Problem solving methode is one of solution for eliminiting this problem, this methode makes meaningfull learning. It is a proccess to connecting a new information with relevant consept in their cognitive. Result of research shows: problem solving methode influences knowledges as a result of study and student's interest to the sosiology lesson with simultants.

Kata Kunci: Problem solving method, knowledge as result of study, student's interest to the sosiology lesson

A. PENDAHULUAN

Selama ini pembelajaran ilmu pengetahuan sosial khususnya sosiologi bagi para siswa kurang begitu menarik, peranan guru masih sangat dominan dan guru kebanyakan kurang memanfaatkan media pembelajaran yang tersedia. Ali (2000) menyatakan bahwa proses pengajaran yang paling banyak terjadi di sekolah ada kecenderungan pengajaran yang bersifat verbalistis yang menjadi "model" paling banyak digunakan. Sependapat dengan Ali, Sholahudin (2008) menyatakan bahwa pembelajaran Ilmu Pengetahuan Sosial masih dianggap sebagai ilmu pengetahuan hafalan di mana sebagian besar siswa hanya menghafal konsep dan

kurang mampu menghubungkan apa yang telah mereka pelajari dengan aplikasi di dalam masyarakat, sehingga kelas masih berfokus pada guru sebagai sumber utama pengetahuan, kemudian ceramah sebagai pilihan utama dalam menetapkan metode pembelajaran.

Metode *problem solving* merupakan sebuah metode yang berorientasi pada proses belajar mengajar. Shepherd (2000) mengemukakan bahwa *problem solving* adalah metode belajar di mana siswa dilatih memiliki kemampuan merumuskan permasalahan yang kompleks dan membuat sejumlah solusi untuk kemudian merefleksikan solusi tersebut dari berbagai sudut pandang.

B. PERUMUSAN MASALAH

Sesuai dengan latar belakang masalah di atas maka permasalahan pada penelitian secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut: “Apakah penggunaan metode pembelajaran problem solving mempengaruhi hasil belajar siswa secara signifikan pada mata pelajaran sosiologi?”

C. TUJUAN PENELITIAN

Untuk mengetahui apakah penggunaan metode pembelajaran problem solving mempengaruhi hasil belajar siswa secara signifikan pada mata pelajaran sosiologi.

D. ACUAN TEORI

Pandangan konstruktivisme menempatkan siswa sebagai pusat atau pelaku utama dalam pembelajaran, hal ini selaras dengan pemikiran Budiningsih (2005: 58) bahwa belajar merupakan proses pembentukan pengetahuan yang dilakukan oleh si belajar. Ia harus aktif melakukan kegiatan, aktif berpikir, menyusun konsep dan memberi makna tentang hal-hal yang sedang dipelajari. Siswa dianggap sudah mempunyai kemampuan awal yang akan menjadi dasar dalam mengkonstruksi pengetahuan yang baru.

Salah satu metode pembelajaran yang mengikuti pandangan konstruktivistik adalah metode problem solving. Metode problem

solving merupakan salah satu alternatif untuk memfasilitasi belajar siswa sehingga lebih bermakna dan berdaya guna. Belajar dengan menggunakan metode problem solving berusaha untuk menciptakan kondisi belajar yang berorientasi pada proses dan berpusat pada siswa.

Bosser (1993) membagi dua pandangan tentang pengertian problem solving, pertama sebagai sistem atau metode ilmiah untuk memecahkan masalah, metode ini digunakan selain dalam pengajaran seperti pemecahan masalah-masalah sosial, masalah-masalah ekonomi, dan sebagainya sedangkan yang kedua problem solving sebagai pendekatan pengajaran untuk mendeskripsikan metode belajar yang mengembangkan wawasan baru dan proses berpikir melalui belajar aktif dengan cara melakukan investigasi.

Titik berat dalam metode problem solving adalah terpecahkannya suatu masalah secara rasional. Sejalan dengan pendapat tersebut Gulo (2006:111) mengatakan bahwa metode problem solving adalah metode yang mengajarkan penyelesaian masalah dengan memberi penekanan pada terselesaikannya suatu masalah secara menalar.

Sudjana (2006) menyatakan bahwa belajar dapat dilihat dari tiga sudut pandang: (1) belajar sebagai proses; (2) belajar sebagai hasil; (3) belajar sebagai fungsi. Ketiga sudut pandang ini penting bagi guru. Belajar sebagai hasil dijadikan dasar dalam menyusun deskripsi hasil belajar. Hamalik (2008) menyatakan prestasi adalah hal-hal yang telah dicapai oleh seseorang.

Hasil belajar berupa yang dicapai bisa berupa kognitif, afektif, dan psikomotor. Namun dalam penelitian ini, peneliti membatasi hanya pada kognitif dan afektif saja. Aspek kognitif yang diteliti adalah pengetahuan sebagai hasil belajar, sedangkan aspek afektif yang dibahas adalah minat siswa terhadap pelajaran sosiologi setelah mengikuti pembelajaran dengan metode problem solving. Hal ini dikarenakan pada pembelajaran pelajaran rumpun IPS kurang menarik dimana umumnya dengan ceramah (kurang variatif), hal ini

menyebabkan minat belajar IPS rendah (Ali, 2000), Sholahudin (2008).

E. METODE PENELITIAN

Masalah penelitian di atas dikaji melalui penelitian deskriptif korelasional yang dilakukan terhadap siswa SMA Kota Cimahi pada pelajaran sosiologi. Dalam pelaksanaannya setelah siswa menerima pembelajaran sosiologi dengan metode pembelajaran problem solving, siswa diberi tes hasil belajar tentang materi yang telah disampaikan. Kemudian siswa mengisi dua angket, pertama angket tentang kinerja guru dalam metode pembelajaran problem solving dan angket kedua tentang keberminatan siswa terhadap pelajaran sosiologi setelah mengikuti pembelajaran sosiologi dengan metode pembelajaran problem solving.

Penelitian dilakukan pada sekolah yang telah menerapkan metode pembelajaran problem solving secara berkala, sekolah tersebut adalah SMA Negeri 1 Kota Cimahi dan SMA Negeri 5 Kota Cimahi. Tiap sekolah diambil dua kelas X sebagai sampel penelitian (25% dari populasi target).

Penelitian ini untuk melihat apakah pengaruh metode problem solving terhadap hasil belajar (pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi). Untuk melihat pengaruh tersebut maka dilakukan penelitian dengan menghubungkan metode pembelajaran problem solving dengan pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi baik secara sendiri-sendiri maupun secara bersamaan dengan uji korelasi dan uji regresi.

F. HASIL PENELITIAN

Hasil perhitungan analisis korelasi product moment dengan menggunakan SPSS versi 17 adalah r_{y1} 0,538. Hubungan positif ini menunjukkan bahwa apabila metode pembelajaran problem solving meningkat maka akan diikuti oleh peningkatan nilai pengetahuan

sebagai hasil belajar.

Berdasarkan uji regresi hubungan antara penggunaan metode problem solving dengan pengetahuan sebagai hasil belajar (koefisien korelasi) adalah 0,463, berarti antara pengetahuan sebagai hasil belajar dengan metode problem solving atau sebaliknya ada ada hubungan sebesar 0,463 yang positif. Nilai r square pada hubungan antara penggunaan metode problem solving dengan pengetahuan sebagai hasil belajar adalah 0,215 artinya variansi atau naik turunnya skor metode problem solving, 21,5% menyebabkan naik turunnya skor pengetahuan sebagai hasil belajar. Sedangkan sisanya 88,5,% menyebabkan variabel lain yang tidak di bahas di dalam model.

Nilai anova sebesar 44,303 dengan signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$ artinya variabel pengetahuan sebagai hasil belajar secara nyata dipengaruhi oleh variabel metode problem solving, Anova layak di bahas jika jumlah variabel X lebih dari satu. Nilai uji t dapat dilihat konstanta nilainya adalah 105,075 dengan signifikansi 0,000 berarti konstanta memiliki peran dalam model, koefisien regresi (pengetahuan sebagai hasil belajar) nilainya 1,608 dengan signifikansi sebesar 0,000 artinya variabel hasil belajar secara nyata dipengaruhi metode problem solving.

Hasil perhitungan analisis korelasi product moment dengan menggunakan SPSS versi 17 adalah r_{y1} 0,468. Hubungan positif ini menunjukkan bahwa apabila metode pembelajaran problem solving meningkat maka akan diikuti oleh peningkatan skor minat siswa terhadap pelajaran sosiologi.

Berdasarkan uji regresi hubungan antara penggunaan metode problem solving dengan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi (koefisien korelasi) adalah 0,468, berarti antara minat siswa terhadap pelajaran sosiologi dengan metode problem solving atau sebaliknya ada ada hubungan sebesar 0,468 yang positif. Nilai r square pada hubungan antara penggunaan metode problem solving dengan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi adalah 0,219

artinya variansi atau naik turunnya skor metode problem solving, 21,9% menyebabkan naik turunnya skor minat siswa terhadap pelajaran sosiologi. Sedangkan sisanya 78,1,% menyebabkan variabel lain yang tidak di bahas di dalam model.

Nilai anova sebesar 45,542 dengan signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$ artinya variabel minat siswa terhadap pelajaran sosiologi secara nyata dipengaruhi oleh variabel metode problem solving, Anova layak di bahas jika jumlah variabel X lebih dari satu. Nilai uji t dapat dilihat konstanta nilainya adalah 79,338 dengan signifikansi 0,000 berarti konstanta memiliki peran dalam model, koefisien regresi (minat siswa terhadap pelajaran sosiologi) nilainya 1,065 dengan signifikansi sebesar 0,000 artinya variabel minat siswa terhadap pelajaran sosiologi secara nyata dipengaruhi metode problem solving.

Hasil perhitungan analisis korelasi product moment dengan menggunakan SPSS versi 17 adalah r_{y1} 0,618 Hubungan positif ini menunjukkan bahwa apabila metode pembelajaran problem solving meningkat maka akan diikuti oleh peningkatan skor pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi secara bersamaan.

Berdasarkan uji regresi hubungan antara penggunaan metode problem solving dengan pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi secara bersamaan (koefisien korelasi) adalah 0,505, berarti antara pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi secara bersamaan dengan metode problem solving atau sebaliknya ada ada hubungan sebesar 0,505 yang positif. Nilai r square pada hubungan antara penggunaan metode problem solving dengan pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi secara bersamaan adalah 0,255 artinya variansi atau naik turunnya skor metode problem solving, 25,5% menyebabkan naik turunnya skor pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi secara bersamaan. Sedangkan sisanya 74,5%

menyebabkan variabel lain yang tidak di bahas di dalam model.

Nilai anova sebesar 27,592 dengan signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$ artinya variabel pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi secara bersamaan secara nyata dipengaruhi oleh variabel metode problem solving, Anova layak di bahas jika jumlah variabel X lebih dari satu. Nilai uji t dapat dilihat konstanta nilainya adalah 83,166 dengan signifikansi 0,000 berarti konstanta memiliki peran dalam model, koefisien regresi pengetahuan sebagai hasil belajar nilainya 0,921 dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi secara bersamaan nilainya 0,642 dengan signifikansi sebesar 0,000 artinya variabel pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi secara bersamaan secara nyata dipengaruhi metode problem solving.

G. PEMBAHASAN

Metode pembelajaran problem solving adalah suatu metode pembelajaran yang membuat pembelajaran di kelas menjadi lebih bermakna, hal ini dikarenakan dapat mereduksi hafalan siswa tanpa mengetahui apa alasan dibalik fakta, mereduksi ketergantungan siswa terhadap guru yang menyebabkan belajar tanpa bertanya dan percaya tanpa keraguan kepada sumber belajar dalam hal ini guru.

Dengan adanya penerapan metode pembelajaran problem solving di kelas dapat meningkatkan aktivitas pembelajaran di kelas, hal ini dapat dilihat dari berbagai kegiatan pembelajaran seperti diskusi kelas, pencarian data yang terkait dengan permasalahan, presentasi hasil dan sebagainya. Selain itu metode pembelajaran problem solving mendidik siswa untuk mengurangi ketergantungan kepada guru sebagai sumber belajar, karena sumber belajar tidak hanya guru namun lingkungan sekitar juga bisa menjadi sumber belajar yang baik untuk mata pelajaran sosiologi. Jadi metode pembelajaran problem solving dapat menjadi cara yang bagus untuk lebih memahami isi pelajaran dan mengembangkan kemampuan mereka untuk menyesuaikan dengan pengetahuan baru.

Hasil analisis skor mean pengetahuan sebagai hasil belajar adalah 22,67 dari skor ideal 34. Nilai 22,67 menunjukkan tingginya pencapaian kompetensi siswa dalam hasil belajar. Adanya perbedaan mencolok antara siswa yang meraih skor tertinggi dengan siswa yang meraih skor terendah yaitu 30 (tertinggi) dan 15 (terendah) dimungkinkan terjadi seperti yang disampaikan oleh Hamalik (dalam Sugianto:47) yaitu: prestasi adalah hal-hal yang dicapai oleh siswa, ada dua faktor yang harus diperhatikan dalam melaksanakan evaluasi belajar pertama perbedaan potensi yang dibawa saat belajar dan yang kedua bermacam-macam tuntutan sosial ekonomi di sekitar kehidupan siswa.

Menurut Ali (2000) dan Sholahudin (2008) menyatakan bahwa pembelajaram rumpun IPS kurang menarik siswa karena pada umumnya dilakukan dengan ceramah (kurang variatif), hal ini menyebabkan minat siswa terhadap pelajaran IPS rendah. Metode pembelajaran problem solving dimungkinkan untuk mengembangkan minat siswa terhadap pelajaran IPS pada umumnya dan sosiologi pada khususnya.

Minat adalah kecenderungan jiwa yang tetap untuk memperhatikan dan mengenang beberapa aktivitas atau kegiatan (Slameto, 1995). Seseorang yang berminat terhadap suatu aktivitas dan memperhatikan itu secara konsisten dengan rasa senang. Minat juga berkaitan dengan kepribadian. Jadi pada minat terdapat unsur-unsur pengenalan (kognitif), emosi (afektif), dan kemampuan (konatif) untuk mencapai suatu objek, seseorang, suatu soal atau suatu situasi yang bersangkutan dengan diri pribadi (Slameto, 1995).

Hal ini terlihat dari jawaban angket siswa terhadap minat siswa terhadap pelajaran sosiologi setelah pembelajaran di kelas menggunakan metode problem solving. Skor minat siswa terhadap pelajaran sosiologi rata-rata mencapai 58,39 dari skor ideal 84. Hal ini menunjukkan tingginya minat siswa terhadap pelajaran sosiologi.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa metode pembelajaran problem solving mempengaruhi secara signifikan hasil

belajar (pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi secara bersama-sama). Semakin tinggi penerapan metode pembelajaran problem solving maka semakin tinggi pula hasil belajar (pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi), begitu pula sebaliknya semakin rendah penerapan penerapan metode pembelajaran problem solving maka semakin rendah pula hasil belajar (pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi). Namun demikian diakui pula bahwa pemilihan metode pembelajaran problem solving bukan satu-satunya faktor penentu yang mempengaruhi hasil belajar (pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi).

H. KESIMPULAN

Uji korelasi antara metode pembelajaran problem solving dengan pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi secara bersamaan menunjukkan adanya hubungan positif diantara ketiganya. Oleh karena itu peranan metode pembelajaran problem solving sangat penting dalam meningkatkan pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi secara bersamaan. Lebih lanjut melalui uji regresi dapat diketahui bahwa metode pembelajaran problem solving mempengaruhi pengetahuan sebagai hasil belajar dan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi, jadi ada pengaruh positif yang signifikan antara penggunaan metode pembelajaran problem solving dengan minat siswa terhadap pelajaran sosiologi secara bersamaan.

H.1. Rekomendasi

Penelitian ini merupakan langkah awal dari upaya meningkatkan kompetensi guru mengajar ataupun kompetensi siswa. Walaupun ada dampaknya terhadap peningkatan hasil belajar siswa, namun berdasarkan temuan dan kesimpulan dari penelitian ini, dipandang perlu agar rekomendasi-rekomendasi berikut dilaksanakan oleh guru sosiologi, lembaga, dan peneliti

lain yang berminat.

1. Kepada Guru

- a. Model pembelajaran problem solving merupakan salah satu alternatif yang dapat diterapkan dalam pembelajaran sosiologi
- b. Agar proses pembelajaran dengan menerapkan pembelajaran problem solving dapat berjalan dengan lancar, sebaiknya guru lebih memahami lagi tentang langkah-langkah pembelajaran problem solving dan melaksanakannya sesering mungkin, sehingga menjadi terbiasa.
- c. Dalam pembelajaran problem solving, penilaian terhadap siswa sebaiknya tidak diukur melalui tes tulis saja, tetapi mengukur setiap aspek yang dapat dilakukan melalui menggunakan berbagai alat ukur lainnya, seperti: tes kinerja, sikap, ataupun produk.
- d. Dalam setiap pembelajaran, sebaiknya guru menempatkan dirinya sebagai fasilitator, sehingga pembelajaran terpusat pada siswa. Dengan demikian akan membiasakan siswa untuk belajar aktif tidak sekedar mendengar dan mencatat penjelasan dari guru.

2. Kepada Lembaga Terkait

Penerapan metode pembelajaran problem solving masih asing baik bagi guru maupun siswa. Oleh karena itu, perlu disosialisasikan oleh sekolah dengan harapan dapat meningkatkan mutu proses pembelajaran yang nantinya akan berdampak pada peningkatan hasil belajar siswa. Dalam pelaksanaannya, model pembelajaran problem solving memerlukan sumber belajar yang banyak sehingga sekolah harus meningkatkan fasilitas belajar yang lebih beragam bagi siswa.

3. Kepada Peneliti Selanjutnya

Pada penelitian ini ditemukan adanya pengaruh positif dari metode pembelajaran problem solving terhadap hasil belajar siswa secara signifikan. Namun demikian, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan informasi tentang faktor-faktor lain dari problem solving yang mempengaruhi hasil belajar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Muhammad. (2000). "Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah pada Siswa SLTP." *Jurnal Pendidikan* No. 17. Volume I tahun 2000
- Bosser, R.A. (1993). "The Development of Problem Solving Capabilities in Preservice Technology Teacher Education". *Journal of Technology Education*. Vol. 4. No. 2.
- Budiningsih, C. Asri. (2005). *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Gagne. (1985). *The Condition of Learning and Theory of Instruction (4th edition)*. New York: Holt, Reinhart and Winston.
- Gulo, W. (2006). *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Grasindo.
- Hamalik, Oemar. (2008). *Dasar-Dasar Pengembangan Kurikulum*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Shepherd, G. (2000). *The Probe Method: A Thorough Investigate Approach to Learning*. [Online]. Tersedia. <http://www.unca.edu/edtech/probe2.htm>. (3 April 2010)
- Sholahudin, Dudi. (2008). *Pengaruh Pembelajaran Berorientasi Aktivitas Siswa Terhadap Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Ekonomi. (Suatu Penelitian Eksperimen Pada Siswa SMA PGRI Singaparna Kabupaten Tasikmalaya)*.

Tesis SPS UPI: tidak diterbitkan.

Slameto, 1995. *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi*.
Jakarta: Bina Aksara

Sudjana, Nana. (2006). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*.
Cetakan kesebelas. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Usman Effendi

Lulus S1 pada tahun 1998 program studi Antropologi pada Universitas Airlangga Surabaya. Sejak tahun 2003 bekerja di Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Pendidik Pendidikan Kewarganegaraan dan Ilmu Pengetahuan Sosial (PPPPTK PKn dan IPS) Malang. Saat ini sedang mengikuti pendidikan S2 di program studi Pengembangan Kurikulum Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Bandung